

Clinical Usefulness of ^{18}F 2-Fluoro-2-Deoxy-D-Glucose Positron Emission Tomography Scan in the Diagnosis of Ampullary Carcinoma

바터팽대부암종(Ampullary Carcinoma)의 진단에 있어서 ^{18}F 2-Fluoro-2-Deoxy-D-Glucose Positron Emission Tomography Scan의 유용성

Se Jin Nam, MD, Jae-Joon Chung, MD, Dae Jung Kim, MD, Eun-Suk Cho, MD, Jhii-Hyun Ahn, MD, Joo Hee Kim, MD, Jeong-Sik Yu, MD

Department of Radiology, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the clinical usefulness of the ^{18}F 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography (^{18}F -FDG PET) scan in the diagnosis of the ampulla of Vater cancer.

Materials and Methods: CT images of 39 patients with ampulla of Vater cancer were reviewed regarding the lesion size, location, and bile or pancreatic duct dilatation. The patients were divided into three groups according to the lesion visibility on CT (Group A: visible mass, Group B: no visible mass but prominent ampulla, Group C: no visible lesion). Standardized uptake value (SUV) was measured on PET scan and the detection rate on PET images was comparable with that of CT images.

Results: Twenty-four patients (61.5%) were classified as Group A, 11 (28.2%) as Group B and 4 (10.3%) as Group C. All of Group A, 10 (90.9%) of Group B and 3 (75.0%) of Group C showed biliary dilatation. Pancreatic duct dilatation was shown in 18 (75.0%) of Group A, 9 (81.8%) of Group B, and 1 (25.0%) of Group C. The average of SUV of all patients was 5.90 ± 3.1 . Most (94.9%) of all patients showed high FDG uptake over 2.5 with 93.9% in Group B and C.

Conclusion: ^{18}F -FDG PET scan was use for the detection of ampulla of Vater cancer, even though the lesion was invisible on CT.

Index terms

Duodenum
Papilla
Neoplasms
Positron Emission Tomography
Fluorodeoxyglucose F18

Received December 31, 2010; Accepted June 24, 2011

Corresponding author: Jae-Joon Chung, MD
Department of Radiology, Gangnam Severance Hospital,
Yonsei University College of Medicine,
712 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-720, Korea.
Tel. 82-2-2019-3510 Fax. 82-2-3462-5472
E-mail: jjchung@yuhs.ac

Copyrights © 2011 The Korean Society of Radiology

서론

바터팽대부는 하행 십이지장의 내측 벽 내에 위치한 공간으로, 총담관과 주췌관의 90%가 배출되는 구조이며, 바터팽대부암종은 담관과 췌관의 상피세포, 그리고 팽대부 자체의 상피세포에서 기원할 수 있다(1). 원발성 팽대부종양의 발생률은 100만 명당 6명으로 드문 것으로 보고되고 있으며(2-5), 팽대부 주위(peripapillary)에서 발생하는 병변의 약 6%를 차지하는 것으로 알려져 있다. 그러나 최근 30년간 그 발생률이 증가하고 있으며(4), 췌장이나 십이지장, 원위부 담관 등에서 발생하는 다른 팽대부 주위암(peripapillary carcinoma)과는 달

리, 일찍 발견하고 적절한 치료를 하는 경우 예후가 좋으며(6-8), 수술 후 5년 생존율이 약 50%로 알려져 있다(9). 따라서 팽대부암종을 조기에 정확히 진단하는 것이 적절한 치료의 결정에 필수적이다.

임상적으로 바터팽대부암종을 진단하는 데 있어 초음파, CT, magnetic resonance cholangiopancreatography (이하 MRCP) 등 다양한 비침습적 영상 진단 장비들이 이용되고 있고 이들의 유용성에 관한 연구들은 있으나, ^{18}F 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose (^{18}F -FDG; 이하 FDG) 양전자방출단층촬영(positron emission tomography; 이하 PET)에 관한 연구는 제한적이다. 따라서 이 연구의 목적은, 바터팽대부암종의 진단에 있어서

PET-CT의 유용성에 대해서 알아보고자 하는 것이다.

대상과 방법

환자군

2008년 1월부터 2010년 6월까지 총 39명(남자 19명, 여자 20명; 연령 분포, 44~87세; 평균 연령, 65.4 ± 10.9 세)의 바터팬대부종양으로 CT와 PET를 시행한 환자가 본 연구에 포함되었다. 모든 환자가 조직 검사나 수술을 통해서 병리학적으로 바터팬대부샘암종으로 진단되었으며, 모든 환자들의 병력 기록과 영상의학적 사진을 후향적으로 검토하였다. 총 39명의 환자(평균 연령, 65.4 ± 10.9 세) 중 남자는 19명, 여자는 20명이었다. 모든 환자에서 CT와 PET-CT를 시행하였으며, 34명은 수술로, 5명은 endoscopic retrograde cholangiopancreatography (이하 ERCP)에 의한 생검을 통해 바터팬대부샘암종으로 확진되었다.

영상 획득

CT는 다중검출기 CT (multidetector CT; MDCT) 중 HiSpeed Advantage (General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA) 또는 Somatom Sensation 16 (Siemens, Erlangen, Germany)을 이용하였다. 비이온성 정맥조영제인 iopamidol (Pamiray, Dongkook Pharmaceutical, Seoul, Korea) 120~150 mL를 초당 3~4 mL의 속도로 자동주입기를 통하여 정맥에 주사하였으며, 조영제 주입 시작 후 3분에 평형기 영상을 얻은 후, 모든 영상을 picture archiving and communication system (PACS)로 보내어 판독하였다.

PET는 Allegro (Phillips, Cleveland, OH, USA)와 Biograph (Siemens Medical Solutions, Chicago, IL, USA)를 사용하였다. 환자들은 FDG 정맥주사 전 최소 6시간의 금식을 하였고 주사 직전의 혈당은 122 mg/dL 이하로 제한하였다. 370 mBq의 FDG를 정맥 주사하였고, 모든 환자들은 주사 후 40~60분이 지나 전신 양전자방출단층촬영을 시행하였다. 환자들은

양와위에서 양팔을 올린 채로 검사를 받았으며, 프레임당 1분씩 전송(transmission) 스캔을 얻었고 이어서 프레임당 3분씩 방출(emission) 스캔을 시행하였다. PET 영상은 row action maximum likelihood algorithm (RAMLA) (4 iteration, 8 subsets)와 ordered subsets expectation maximization (OSEM) algorithm (2 iteration, 8 subsets)을 이용하여 재구성하였다.

영상 분석

CT 영상은 2명의 영상의학과 의사가 축상 및 관상 영상에서 병변의 크기와 위치, 담체관의 확장 등을 평가하였고, 병변이 잘 보이는지 여부에 따라 3 그룹(그룹 A: 종괴가 관찰되는 경우, 그룹 B: 종괴는 보이지 않으나 팽대부가 현저하여 병변이 의심되는 경우, 그룹 C: 병변이 보이지 않는 경우)으로 분류하였다. 담체관 확장의 평가에는 엄격한 기준은 없으나, 주체관은 두부(head portion)에서 3 mm, 체부 또는 미부에서 2 mm 이상으로 측정되는 경우를, 담관은 담낭절제술을 한 경우 10 mm, 하지 않은 경우는 6 mm 이상인 경우를 확장으로 판단하였다(10).

24명(61.5%)의 환자가 그룹 A였고, 11명(28.2%)이 그룹 B, 4명(10.3%)이 그룹 C에 속하였다. PET-CT 영상은 핵의학과 전문의의 판독소견을 참고하였고, 워크스테이션에서 병변의 표준 섭취값(standardized uptake value; 이하 SUV)을 측정하였으며, CT와 PET-CT의 병변 발견율을 비교하였다.

결과

그룹 A 환자 24명 모두(100%)에서 담관 확장을 보였으며, 그룹 B에서 10명(90.9%), 그룹 C에서 3명(75.0%)이 담관 확장을 보였다. 체관 확장을 보인 환자는 그룹 A에서 18명(75.0%), 그룹 B에서 9명(81.8%), 그룹 C에서 1명(25.0%)이었다.

PET-CT에서 전체 39명의 SUV값은 평균 5.90 ± 3.1 이었고, 2명을 제외한 37명(94.9%)은 SUV 2.5 이상의 높은

Table 1. Imaging Findings and Lesion Size according to the Group

	Group A (n = 24)	Group B (n = 11)	Group C (n = 4)
PET scan (SUV \geq 2.5)	23 (95.8%)	10 (90.9%)	4 (100%)
Bile duct dilatation	24 (100%)	10 (90.9%)	3 (75.0%)
Pancreatic duct dilatation	18 (75.0%)	9 (81.8%)	1 (25.0%)
Size (cm)	2.1 ± 1.1	2.0 ± 0.8	1.7 ± 0.4

Note. — Group A = visible mass.

Group B = no visible mass, prominent papilla.

Group C = no visible ampullary abnormality.

PET = positron emission tomography, SUV = standardized uptake value

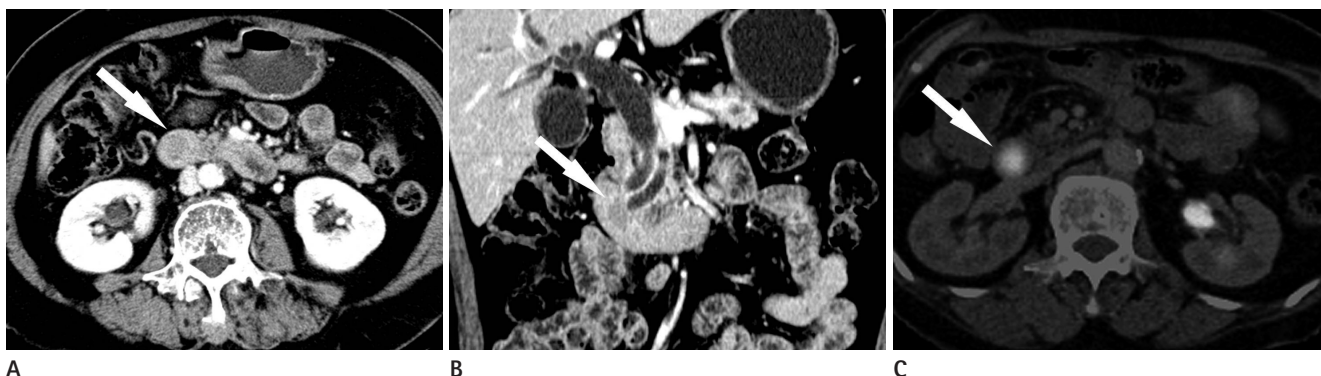


Fig. 1. A 69-year-old female patient with ampullary carcinoma (Group A).

A, B. On axial and coronal CT images, about 1.6 cm sized ill-defined fungating mass lesion is well seen at the ampulla of Vater.

C. There is high FDG uptake on ^{18}F -FDG PET scan, showing SUV 8.4. After surgery, the lesion is confirmed as an adenocarcinoma, well differentiated type.

Note.—FDG = 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose, PET = positron emission tomography, SUV = standardized uptake value

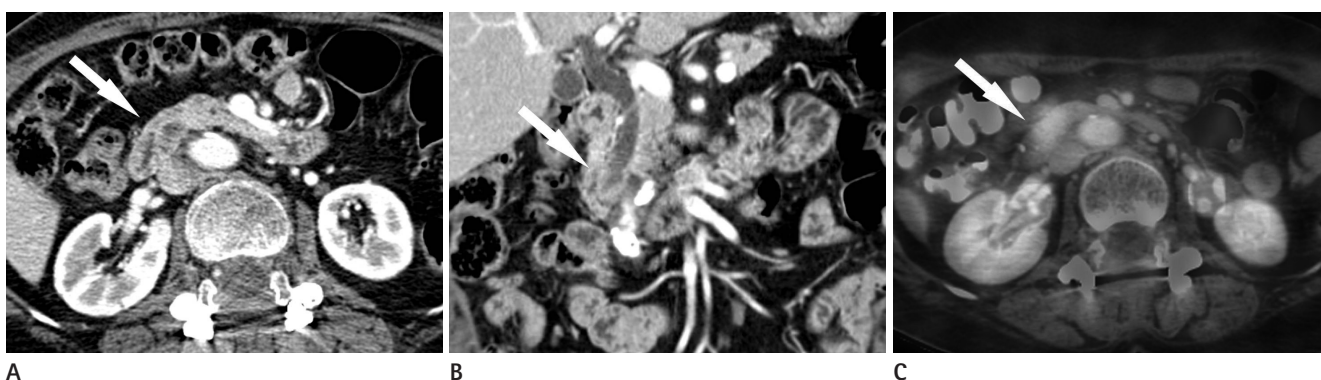


Fig. 2. A 65-year-old female patient with ampullary carcinoma (Group B).

A, B. On axial and coronal CT images, only prominent papilla is seen with mild dilatation of common bile duct without definite visible mass lesion.

C. On ^{18}F -FDG PET images, there is FDG uptake of SUV 11.0, suggesting malignant lesion. On ERCP, there is 1.3 m sized adenocarcinoma, moderate differentiated type arising from ampulla of Vater was confirmed.

Note.—ERCP = endoscopic retrograde cholangiopancreatography, SUV = standardized uptake value, ^{18}F -FDG PET = ^{18}F 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography

FDG 섭취를 보였으며, 특히 그룹 B와 C의 15명의 환자 중 그룹 B에 속하는 1명을 제외한 14명(93.3%)의 환자에서 2.5 이상의 SUV를 보였다(Table 1, Figs. 1-3).

고찰

임상적으로 바터팽대부샘암종을 진단하는 데 US, CT, MRCP 등 다양한 비침습적 영상진단 장비들이 이용되고 있다. 통증, 구토, 메스꺼움, 황달 등의 복부 증상을 진단하는 데 CT가 초기 영상진단 장비로 많이 이용되고 있으나, 바터팽대부샘암종의 진단에 있어서 CT의 정확도는 20.0~84.6% 정도로 다양하게 보고되고 있고(9, 11), 이러한 이유로 물을 마시게 하여 십이지장을 팽창시키거나 경사관상면(oblique coronal plane) 영상 등을 만들어 진단율을 높이고자 하는 노력들이 시도되었

다(12). CT 이외의 비침습적 진단 장비인 US나 MRCP의 발견율도 Chen 등(9)에 의하면 각각 26.8%, 24.1%로 낮게 보고된 바 있으며, 이러한 영상의학적 검사 방법들은 팽대부 주위의 세부 구조를 평가하는 데 제한이 있다는 것이 일반적인 인식이다(13, 14). 이러한 이유로 침습적인 검사인 ERCP, endoscopic ultrasonography (이하 EUS) 등의 내시경적 검사가 이의 진단에 필수적으로 이용되고 있으며, 실제로 ERCP나 EUS의 바터팽대부종양의 병변 발견율이 95%, 100%로 보고되고 있어, US, CT 또는 MRCP에 비해 진단에 있어 우위에 있는 것으로 알려져 있다(9, 11). 그러나 ERCP만으로는 주변 조직으로의 병변 침습 여부와 주변 림프절이나 주변 장기로의 침습 등에 대한 판단에 제한이 있으며, EUS가 ERCP의 이러한 단점을 보완하는 기능을 하기는 하지만, 침습적인 검사로 여러 합병증을 유발할 수가 있다(14).

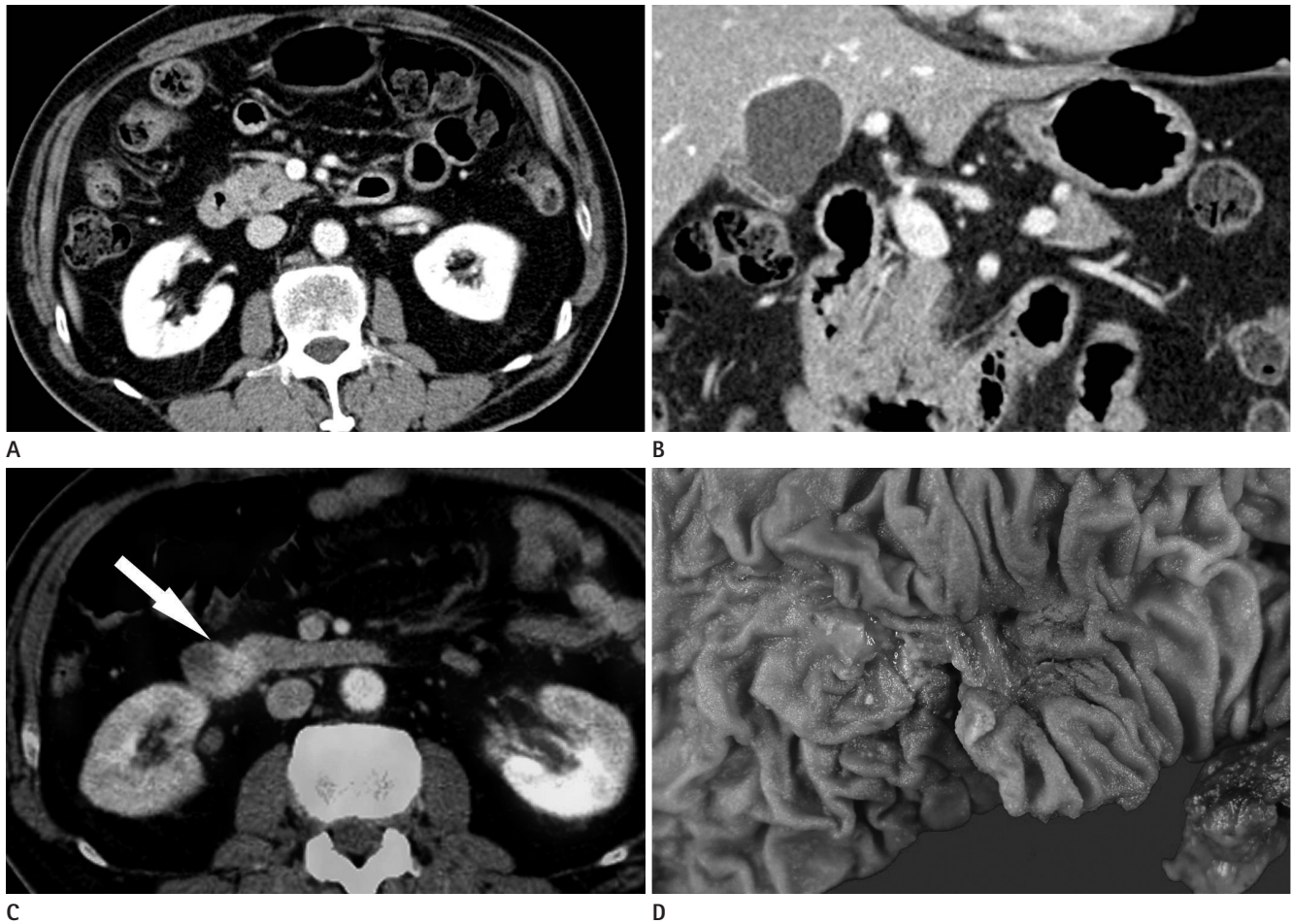


Fig. 3. A 75-year-old male patient with ampullary carcinoma (Group C).

A, B. There is no visible abnormality at the periampullary area without pancreatic duct or bile duct dilatation.

C. Focal high FDG uptake is noted on ^{18}F -FDG PET scan, showing SUV 5.2.

D. After Whipple's operation, the lesion is confirmed as an adenocarcinoma, moderately differentiated type.

Note. -FDG = 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose, PET = positron emission tomography, SUV = standardized uptake value

^{18}F -FDG를 이용한 양전자방출단층촬영(^{18}F -FDG PET)은 ^{18}F -FDG가 악성 세포에 선택적으로 흡수되고 정체(retention)되는 조직대사의 특성을 이용하여, 검사하고자 하는 구조물을 기능적으로 평가할 수 있는 비침습적 영상기술로서, 최근에 악성종양의 진단과 병기 결정에 많이 이용되고 있다(15-17). 과대사(hypermetsabolic) 부위는 SUV의 측정을 통해 반정량적으로 분석할 수 있게 되고, 일반적으로 최대 SUV 2.5가 악성과 양성종양을 구분하는 cutoff value로 이용된다(18). 그러나 팽대부 주위 종양의 진단에 있어서 PET의 유용성에 관련된 연구는 현재까지 제한적이며, 특히 바터팽대부종양에 국한된 연구는 현재까지 없었다(15, 17).

이 연구 결과에서 CT의 바터팽대부종양의 발견율은 61.5% (24/39)로 나타났으며, ^{18}F -FDG PET 스캔의 결과에서 SUV의 cutoff value를 2.5로 정했을 때, 37예에서 높은 FDG 섭취

를 보이는 것으로 나타났고, 이는 94.9%(37/39)의 병변 발견율로 CT의 발견율보다 높게 나타났으며, 이것은 Sperti 등(15)이 ^{18}F -FDG PET을 이용해 보고한 77.8%보다 높은 수치이다. 특히, CT에서 병변이 뚜렷하지 않은 그룹 B와 그룹 C 환자 15명 중 1명을 제외한 14명의 환자에서 SUV 2.5 이상의 FDG 섭취를 보였는데, 이는 CT에서 애매한 소견을 보이는 바터팽대부종양 환자에서 ERCP나 EUS 등의 침습적인 수술 전에 ^{18}F -FDG PET 영상이 바터팽대부종양을 진단하는 데 도움이 될 수 있음을 의미한다. 실제로 유두염이나 팽대부 양성 샘종(adenoma)과 같은 양성 질환도 팽대부가 현저하게 보이는 것으로 CT에서 발현할 수 있어, 이들 양성 질환과 악성 샘암종의 감별이 CT로써는 한계가 있다(19).

그룹 A와 그룹 B에서 각각 1예씩 PET에서 위음성 소견이 있었는데, 그룹 A의 증례는 CT에서 약 0.8 cm 크기의 종괴였

으며, 췌담관 확장이 동반되어 있었으나, PET에서 해당 부위에 병변을 의심할 만한 FDG 섭취가 관찰되지 않았던 예이며, 그룹 B의 증례는, CT에서 팽대부가 현저하게 보이면서 담관 확장이 동반되어 있었고, SUV 2.3 정도로 측정이 되었던 예이다. 바터팽대부종양에서 PET의 위음성에 대해 알려진 연구는 없으나, 그룹 A의 예의 경우 종괴 크기가 0.8 cm로 작아 CT에 비해 해상도가 떨어지는 PET의 부분용적평균화(partial volume averaging) 인공물에 의한 결과이거나, 악성종양일지라도 활동적인 대사를 보이지 않을 경우 등의 가능성을 생각할 수 있다.

그러나 PET 또는 PET-CT상에서 높은 FDG 섭취를 보이는 경우라도, 팽대부 주위에서 발생할 수 있는 원위부 담도암이나 췌장암 등과의 감별은 한계가 있다. 이러한 경우에는 MRCP나 조영증강 MRI를 통한 추가 검사가 필요하다고 생각된다. 실제로 바터팽대부종양의 경우에는 팽대부가 용기되거나 크기가 작은 종양, 관 주위가 두꺼워지는 소견 등으로 발현할 수 있고, 췌장암의 경우 조영증강이 잘 안되거나, four segment sign을 보이게 되며, 원위부 담관암의 경우 three segment sign, 담도의 폐색, 담도 내 용종 모양의 종양이 있는 경우 등으로 감별할 수 있다(13).

이 연구의 한계점은 첫째, 후향적 연구로 수술과 조직검사로 바터팽대부샘암종으로 진단받은 환자들만을 연구에 포함하였기 때문에 핵의학 검사의 판독에 있어서 편견으로 작용하였을 수 있고, 이로 인하여 병변 발견율이 높게 측정됐을 가능성이 있다는 점이다. 둘째, 이 연구에서 위양성 및 특이도에 대한 평가가 불가능하여 진단 도구로서의 유용성의 정확한 평가가 어려웠다는 점이다. 실제로 유두염이나 양성 유두부 샘종과의 감별에 도움이 될 수 있을지 여부를 추후 연구를 통해 확인이 필요할 것으로 생각된다.

그럼에도 불구하고 이 연구는 바터팽대부암종만을 대상으로 하여 PET 검사의 유용성에 대하여 알아본 연구라는 점에서 의의가 있다.

결론적으로 PET-CT는 바터팽대부암종의 진단에 있어서 높은 병변의 발견율로 진단에 도움이 되었으며, 특히 CT에서 바터팽대부의 병변이나 이상 소견이 보이지 않는 경우에도 높은 FDG 섭취를 보이는 경우에는 바터팽대부의 악성종양을 의심하는 데 도움이 된다.

참고문헌

1. Buck JL, Elsayed AM. Ampullary tumors: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics* 1993;13:193-212
2. Neoptolemos JP, Talbot IC, Carr-Locke DL, Shaw DE, Cockleburgh R, Hall AW, et al. Treatment and outcome in 52 consecutive cases of ampullary carcinoma. *Br J Surg* 1987; 74:957-961
3. Benhamiche AM, Jouve JL, Manfredi S, Prost P, Isambert N, Faivre J. Cancer of the ampulla of Vater: results of a 20-year population-based study. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2000;12:75-79
4. Albores-Saavedra J, Schwartz AM, Batich K, Henson DE. Cancers of the ampulla of vater: demographics, morphology, and survival based on 5,625 cases from the SEER program. *J Surg Oncol* 2009;100:598-605
5. Goodman MT, Yamamoto J. Descriptive study of gallbladder, extrahepatic bile duct, and ampullary cancers in the United States, 1997-2002. *Cancer Causes Control* 2007;18: 415-422.
6. Morris-Stiff G, Alabraba E, Tan YM, Shapey I, Bhati C, Tanniere P, et al. Assessment of survival advantage in ampullary carcinoma in relation to tumour biology and morphology. *Eur J Surg Oncol* 2009;35:746-750
7. Smith RA, Ghaneh P, Sutton R, Raraty M, Campbell F, Neoptolemos JP. Prognosis of resected ampullary adenocarcinoma by preoperative serum CA19-9 levels and platelet-lymphocyte ratio. *J Gastrointest Surg* 2008;12:1422-1428
8. Sommerville CA, Limongelli P, Pai M, Ahmad R, Stamp G, Habib NA, et al. Survival analysis after pancreatic resection for ampullary and pancreatic head carcinoma: an analysis of clinicopathological factors. *J Surg Oncol* 2009; 100:651-656
9. Chen WX, Xie QG, Zhang WF, Zhang X, Hu TT, Xu P, et al. Multiple imaging techniques in the diagnosis of ampullary carcinoma. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int* 2008;7:649-653
10. Edge MD, Hoteit M, Patel AP, Wang X, Baumgarten DA, Cai Q. Clinical significance of main pancreatic duct dilation on computed tomography: single and double duct dilation. *World J Gastroenterol* 2007;13:1701-1705
11. Skordilis P, Mouzas IA, Dimoulis PD, Alexandrakis G, Moschandreia J, Kouroumalis E. Is endosonography an effective method for detection and local staging of the ampullary carcinoma? A prospective study. *BMC Surg* 2002;2:1
12. Pham DT, Hura SA, Willmann JK, Nino-Murcia M, Jeffrey RB Jr. Evaluation of periampullary pathology with CT vol-

- umetric oblique coronal reformations. *AJR Am J Roentgenol* 2009;193:W202-W208
13. Kim JH, Kim MJ, Chung JJ, Lee WJ, Yoo HS, Lee JT. Differential diagnosis of periampullary carcinomas at MR imaging. *Radiographics* 2002;22:1335-1352
14. Mahnke D, Chen YK, Antillon MR, Brown WR, Mattison R, Shah RJ. A prospective study of complications of endoscopic retrograde cholangiopancreatography and endoscopic ultrasound in an ambulatory endoscopy center. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2006;4:924-930
15. Sperti C, Pasquali C, Fiore V, Bissoli S, Chierichetti F, Liessi G, et al. Clinical usefulness of 18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the management of patients with nonpancreatic periampullary neoplasms. *Am J Surg* 2006;191:743-748
16. Hustinx R, Bénard F, Alavi A. Whole-body FDG-PET imaging in the management of patients with cancer. *Semin Nucl Med* 2002;32:35-46
17. Kalady MF, Clary BM, Clark LA, Gottfried M, Rohren EM, Coleman RE, et al. Clinical utility of positron emission tomography in the diagnosis and management of periampullary neoplasms. *Ann Surg Oncol* 2002;9:799-806
18. Al-Sugair A, Coleman RE. Applications of PET in lung cancer. *Semin Nucl Med* 1998;28:303-319
19. Kim S, Lee NK, Lee JW, Kim CW, Lee SH, Kim GH, et al. CT evaluation of the bulging papilla with endoscopic correlation. *Radiographics* 2007;27:1023-1038

바터팍대부암종(Ampullary Carcinoma)의 진단에 있어서 ^{18}F 2-Fluoro-2-Deoxy-D-Glucose Positron Emission Tomography Scan의 유용성

남세진 · 정재준 · 김대중 · 조은석 · 안지현 · 김주희 · 유정식

목적: 바터팍대부암종의 진단에 있어서 ^{18}F 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography (^{18}F -FDG PET) 영상의 임상적 유용성에 대하여 알아보려고 하였다.

대상과 방법: 바터팍대부암종으로 진단된 39명의 환자를 대상으로 CT에서 병변의 크기, 위치, 담체관의 확장 등을 평가하였다. 병변이 잘 보이는지 여부에 따라 3 그룹(그룹 A: 종괴가 관찰되는 경우, 그룹 B: 종괴는 보이지 않으나 팍대부가 현저하여 병변이 의심되는 경우, 그룹 C: 병변이 보이지 않는 경우)으로 분류하였다. PET 영상은 standardized uptake value (SUV)를 측정하여 CT의 병변 발견율과 비교하였다.

결과: 24명(61.5%)의 환자가 그룹 A, 11명(28.2%)이 그룹 B, 4명(10.3%)이 그룹 C로 분류되었다. 그룹 A환자 모두(100%), 그룹 B환자 10명(90.9%), 그룹 C환자 3명(75.0%)에서 담관 확장이 보였고, 그룹 A에서 18명(75.0%), 그룹 B에서 9명(81.8%), 그룹 C에서 1명(25.0%)에서 체관 확장이 보였다. 전체 39명의 SUV값은 평균 5.90 ± 3.1 이었고, 2명을 제외한 37명(94.9%)에서 SUV 2.5 이상의 높은 FDG 섭취를 보였다. 특히 그룹 B와 C의 15명의 환자 중 14명(93.3%)의 환자에서 2.5 이상의 SUV를 보였다.

결론: ^{18}F -FDG PET는 바터팍대부암종의 진단에 있어서 높은 병변의 발견율을 보였고, 특히 CT에서 병변이 보이지 않는 경우에도 바터팍대부암종을 의심하는 데 도움이 되었다.

연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 영상의학과